

KEBERKESANAN SISTEM BINAAN BERINDUSTRI (IBS) KERANGKA KELULI DALAM PEMBINAAN RUMAH TERES

¹ I.M.S. Usman, ¹ S.I.Shahril Ezral, ¹ Tahir M.M., ¹ M.F.I Mohd-Nor, ² Abdul Halim Ismail

¹ Jabatan Seni Bina dan Alam Bina (SErAMBI),
Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina,
² Pusat Citra Universiti,

Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 Bangi, Selangor, Malaysia.

ABSTRAK

Kajian ini adalah kajian yang bersifat kajian topikal yang mengkaji sistem pembinaan jenis binaan berindustri dan mengenal pasti kelebihan dan kekurangan sistem IBS kerangka keluli dalam pembinaan perumahan teres di Malaysia. Kajian selama enam (6) bulan yang amat singkat ini mempunyai skop kajian yang agak terhad. Matlamat akhir dalam penghasilan kajian ini adalah mengkaji kelebihan kekurangan pembinaan sistem IBS kerangka keluli dalam pembinaan rumah teres. Selain mengadakan kajian kes terhadap pengeluar sistem kerangka keluli IBS itu sendiri, pendapat pakar teknologi sistem keluli dan analisis kandungan kajian pustaka tentang pengetahuan serta pendedahan teknologi juga dianalisis. Hasil daripada aliran metodologi seperti kajian literasi, kajian kes dan juga temu ramah. Sistem kerangka keluli dalam pembinaan rumah teres tingkat dapat memberi kesan yang positif dalam menyelesaikan masalah seperti kos pembinaan dan juga tempoh pembinaan.

Kata kunci: Sistem IBS, Sistem Kerangka Keluli, Rumah Teres.

PENGENALAN

Penggunaan Sistem Binaan Berindustri (IBS) di Malaysia telah bermula pada tahun 1960 dan menjadi popular pada tahun 1998 ini kerana menteri perumahan dan kerajaan setempat pada ketika itu mewartakan plan strategik penggunaan IBS dalam sektor pembinaan. Selepas pada itu, Construction Industry Development Board (CIDB) telah mengalakkan penggunaan IBS terhadap semua kontraktor.

Pembangunan di Malaysia semakin pesat berkembang malah merupakan sumber ekonomi terpenting di Negara ini pada era ini. Masa kini, pemaju berlumba-lumba untuk membina rumah teres dengan lebih pantas ini kerana permintaan dan pembelian rumah di negara ini semakin bertambah. Jumlah penduduk semakin meningkat dari masa ke semasa berdasarkan data Jabatan Perangkaan mendapati penduduk Malaysia dianggarkan berjumlah 32.4 juta orang pada 2018 dengan kadar pertumbuhan tahunan sebanyak 1.1 peratus. Disebabkan faktor ini pembinaan perumahan jenis pangsapuri lebih sesuai dilakukan dan juga faktor tempoh pembinaan

juga perlu diambil kira supaya negara kita dapat menampung masalah peningkatan penduduk dan pembinaan.

Sistem Binaan Berindustri (IBS) merupakan sistem pembinaan yang sesuai dalam menangani masalah yang dihadapi di negara ini teruma sekali masalah tempoh pembinaan dan kos pembinaan. Walau bagaimana pun, penggunaan IBS di negara ini semakin meningkat berbanding tahun dulu hanya 10% dalam pembinaan yang menggunakan IBS pada tahun 2006 (CIDB, 2007)

OBJEKTIF KAJIAN

Matlamat utama kajian ini adalah untuk mengenal pasti kelebihan dan kekurangan sistem IBS jenis kerangka keluli dalam pembinaan rumah teres. Ia dapat memberi manfaat terhadap reka bentuk dan pembangunan di Malaysia khususnya Arkitek dalam mereka bentuk rumah teres dalam sistem IBS. Hasil kajian ini tertumpu pada jenis sistem kerangka keluli dalam pembinaan pangsapuri. Setelah mendapat segala maklumat hasil daripada kajian literatur dan kaji selidik dari pakar seperti jurutera.

METODOLOGI KAJIAN

Kajian yang dilakukan bagi mendapat data adalah dengan menggunakan kaedah kajian kes untuk memperoleh maklumat. Kaedah yang sistematik dan efektif dilakukan bagi menjawab objektif kajian. Tiga peringkat metodologi yang digunakan dalam menjalankan kajian ini iaitu kajian pustaka (literature) yang berbentuk kandungan analisis, kajian kes dan temu ramah bersama pakar.

Seterusnya, hasil daripada pengumpulan data daripada temuramah yang dijalankan bersama pakar serta analisis perbincangan juga turut analisis. Pengumpulan data daripada kajian perpustakaan atau analisis kandungan adalah penting dengan mendapatkan segala maklumat daripada beberapa buah buku mahupun jurnal yang terkini.

SISTEM BINAAN BERINDUSTRI

Sistem Binaan Industri (IBS) mula digunapakai secara meluas di negara Eropah selepas perang dunia kedua disebabkan oleh permintaan terhadap industri perumahan. Faktor permintaan yang melebihi jumlah rumah yang boleh disediakan menyebabkan terdapat keperluan untuk menerokai teknologi-teknologi baru bagi memenuhi permintaan terhadap industri perumahan. Antara kelebihan pelaksanaan projek menggunakan kaedah IBS berbanding kaedah konvensional adalah projek dapat disiapkan dengan lebih cepat, kos keseluruhan pembinaan dapat dikurangkan, dapat mengurangkan kebergantungan terhadap pekerja kurang mahir/separa mahir dan meningkatkan kualiti pembinaan secara keseluruhannya (Abedi, & Fathi 2011)

Kaedah pembinaan menggunakan *IBS* secara meluas di Eropah telah menyebabkan Kerajaan menghantar pegawai-pegawai teknikal pada awal 1960-an untuk mengkaji kesesuaian pelaksanaannya di Malaysia. Beberapa projek awalan telah dilaksanakan menggunakan kaedah ini antaranya pembinaan flat kediaman di Jalan

Pekeliling, Kuala Lumpur serta flat kediaman di Jalan Rifle, Pulau Pinang. Seterusnya pada tahun 1978, Kerajaan Negeri Pulau Pinang telah melancarkan pembinaan 1200 unit rumah dengan menggunakan kaedah *IBS*. Walau bagaimanapun, tempoh antara 1980 hingga 1994 menyaksikan sambutan terhadap penggunaan *IBS* semakin berkurang (Abedi, & Fathi 2011).

Industri pembinaan telah mengalami banyak perubahan dengan penguasaan teknologi terkini secara tidak langsung dapat meningkatkan kualiti dan keselamatan sesebuah bangunan. Tambahan itu, teknologi pembinaan masa kini dapat mengurangkan kos dari segi pembinaan dan pekerja buruh dan menjimatkan tempoh pembinaan dalam sesuatu projek (Nazrol, 2019). Antara teknologi yang terdapat masa kini adalah Sistem Binaan Berindustri (IBS). Menurut *Construction Industry Development Board* (CIDB), istilah ini bermaksud teknik pembinaan yang mana komponennya dibuat dalam persekitaran yang terkawal, sama ada di kilang atau di tapak pembinaan. Dan kemudiannya komponen itu dipasang di tapak pembinaan.

Permulaan proses komponen IBS dilakukan dengan perancangan, mengawal dan menjaga kualiti untuk mengurangkan pembaziran bahan pembinaan dan kos dan memastikan kesemua jenis komponen tidak rosak dan dapat dihantar mengikut masa yang ditetapkan. Sistem Binaan Berindustri (IBS) mampu untuk mengurangkan tenaga pekerja, selain mampu mengurangkan bahaya di tapak pembinaan. Tempoh pembinaan dapat dikurangkan dan dapat mengekalkan kualiti struktur bangunan dan mengurangkan kos pembinaan.

Sistem Binaan Berindustri (IBS) boleh diklasifikasikan dalam beberapa istilah berdasarkan pendapat dan pandangan terhadap IBS yang diiktiraf. Rahman & Omar (2006) berpendapat istilah Sistem Binaan Berindustri (IBS) adalah sistem pembinaan dimana menggunakan bahan pasang-siap dalam setiap pembinaan dan dilakukan secara pra-siap di kilang dan dihantar di tapak pembinaan. Kesemua jenis komponen dilakukan secara mekanikal dengan menggunakan mesin dan acuan di kilang. Sistem Binaan Berindustri (IBS) juga diistilahkan sebagai suatu jenis sistem pembinaan pengeluaran yang besar bagi setiap komponen bangunan dan dilakukan di kilang atau di tapak pembinaan dalam mengikut reka bentuk, saiz dan ukuran yang telah ditetapkan. Selepas itu, setiap komponen akan dihantar di tapak pembinaan untuk mengatur semula mengikut keperluan pembinaan bangunan. (Chung & Kadir, 2007). Berdasarkan *Construction Industry Development Board* (CIDB) pula, Sistem Binaan Berindustri (IBS) merupakan sistem bangunan dimana semua bentuk komponen dilakukan di kilang, di luar atau di tapak pembinaan atau boleh diklasifikasikan komponen pasang-siap. Selepas itu, semua bahan di hantar, di atur dan di pasang di tapak dengan cara ini dapat mengurangkan tenaga kerja pembinaan.

KLASIFIKASI SISTEM IBS

Berdasarkan kajian-kajian terdahulu yang telah dilaksanakan, kaedah pembinaan menggunakan IBS merupakan kaedah pembinaan yang banyak mendatangkan kebaikan kepada pembangunan negara secara keseluruhannya. Berdasarkan Mohamad Kamar & Alshawi (2009), IBS bukan sekadar suatu kaedah pembinaan tetapi

merupakan agen perubahan terhadap idea dan pemikiran, pembangunan kolaborasi dan kerjasama yang lebih jitu serta kebolehpercayaan di antara pemain industri di dalam negara ke arah melahirkan inovasi, integrity, produktiviti dan juga keberkesanan industri pembinaan negara. Kerjasama dalam membuat keputusan di antara perekabentuk, kontraktor dan pengguna sama ada di peringkat pra pelaksanaan dan pelaksanaan juga amat penting (Abdullah, & Egbu 2010).

Pengunaan sistem IBS di Malaysia semakin bertambah kepelbagaiannya, ini kerana pelbagai kelebihan yang dapat membantu proses pembinaan seperti menjimatkan tempoh pembinaan dan dapat mengurangkan kos pembinaan. Sistem IBS di Malaysia terdiri daripada lima jenis yang sering digunakan dalam industri pembinaan. Antara sistem IBS di Malaysia adalah:

I. Sistem kerangka, panel, kekotak pra tuang

Jenis sistem ini antara sistem yang sering digunakan dalam industri pembinaan di Malaysia. Sistem kerangka, panel, kekotak pra tuang ini terbahagi kepada dua sistem utama iaitu struktur rangka dan dinding gelas beban. Komponen struktur kerangka ini akan dihasilkan di luar tapak dengan menggunakan mesin dan acuan. Jenis sistem dinding gelas beban yang menawarkan sistem yang lebih mudah pada papak dan dinding. Kedua-dua komponen ini akan dilakukan di kilang atau di tapak pembinaan.



Rajah 1.0 Rajah Kekotak pra tuang
Sumber: CIDB (2018)



Rajah 2.0 Rajah Panel konkrit
Sumber: CIDB (2018)

II. Sistem acuan (*Reusable formwork*)

Sistem acuan ini dilakukan dengan cara proses pembinaan yang sistematik dan berasaskan mekanikal. Sistem ini menggunakan panel acuan yang boleh digunakan semula, secara tidak langsung pembinaan konkrit in-situ dapat dipertingkatkan. Kelebihan sistem ini juga dapat dilihat dari aspek kelestarian atas alasan guna semula panel acuan. Ia mempercepatkan proses pembinaan melalui perlerakan konkrit dengan pantas. Kos pula dapat dikurangkan melalui pemiawaian saiz struktur dan memastikan pergerakan dan kitaran pengkonkritan. Walaubagaimanapun, dinding dan papak dapat dihasilkan serentak melalui penggunaan sistem acuan terowong. Kebanyakan daripada sistem acuan adalah berasaskan keluli tetapi sejak kebelakangan ini sistem berasaskan aluminium dan plastik turut digunakan.



Rajah 3.0 Rajah Panel konkrit. Sumber: CIDB (2018)

III. Sistem Kerangka Keluli

Sistem kerangka keluli ini sering digunakan dalam pembinaan komponen pada bumbung seperti kerangka kekuda bumbung. Ini kerana, jenis bahan binaan yang ringan dan murah. Keluli struktur ini juga sesuai digunakan dalam pembinaan bangunan tinggi dan kebiasaannya selalu digunakan dengan panel papak dan dinding konkrit pratuang didalam penghasilan struktur hibrid dengan masa yang cepat. Komponen struktur sistem kerangka keluli terbahagi kepada dua jenis iaitu keluli tergelek panas dan sejuk, berasaskan kepada proses dan bahan di dalam pembuatan. Ia menawarkan pemasangan tapak lebih pantas dan pengurangan tenaga pekerja jika dibandingkan dengan lain-lain jenis IBS.



Rajah 4.0 Rajah Sistem kerangka keluli. Sumber: CIDB (2018)



Rajah 5.0 Rajah Panel konkrit. Sumber: CIDB (2018)

IV. Sistem Kerangka Kayu Pasang Siap

Sistem kerangka kayu pasang siap ini jarang digunakan di Malaysia. Sistem ini selalu digunakan pada bahagian struktur bumbung dan panel fram(glulam). Kelebihan sistem kerangka kayu pasang siap(glulam) ini adalah reka bentuk kerangka yang tidak terhad jadi, kerangka ini dapat di reka dengan nilai aspek estetika berbanding jenis sistem yang lain. Tambahan lain juga, sistem ini merupakan satu sistem yang lestari pada alam sekitar dengan menggunakan kayu yang boleh diguna pakai semula.



Rajah 6.0 Rajah Sistem kayu glulam. Sumber: CIDB (2018)



Rajah 7.0 Rajah Sistem kayu glulam. Sumber: CIDB (2018)

V. Sistem Blok

Sistem Blok adalah suatu jenis IBS yang berasaskan teknologi konkrit pratuang. Sistem ini termasuk blok konkrit pratuang berongga, berkait dan juga berbusa. Oleh kerana saiznya yang kecil jika dibanding secara relatif dengan lain-lain komponen IBS, ia boleh diuruskan dengan mudah dan mempunyai darjah toleransi yang tinggi. Kebanyakan jenis blok tersebut juga selalunya dibina di tapak kerana mudah dan mempunyai kos pengeluaran yang rendah.

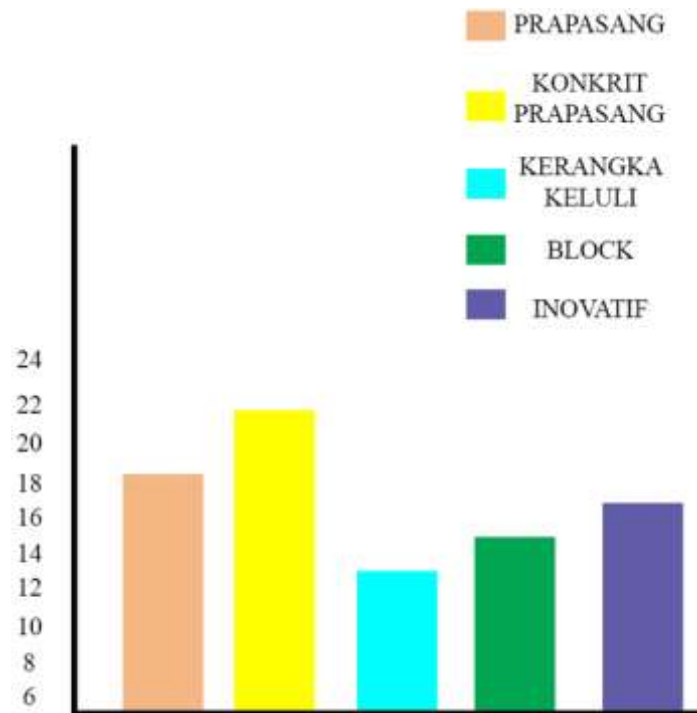


Rajah 8.0 Rajah Blok konkrit. Sumber: CIDB (2018)

ANALISIS DAN PERBINCANGAN

PEMILIHAN SISITEM KERANGKA KELULI IBS DI MALAYSIA

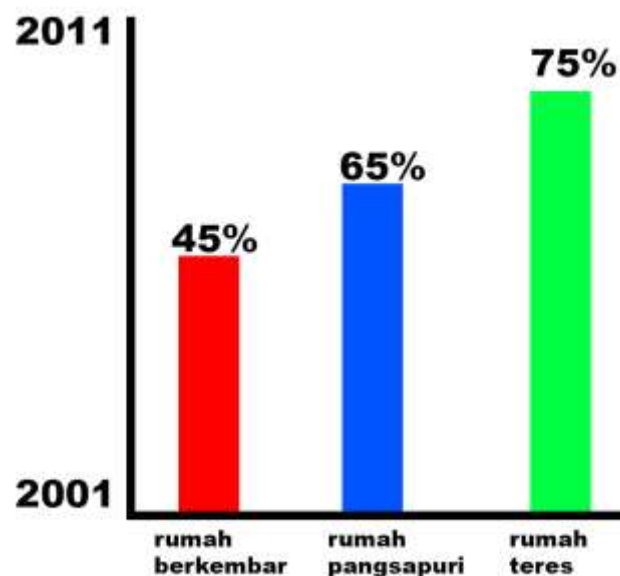
Dalam era moden kini teknologi semakin berkembang dengan pesat. Setiap negara di dunia berlumba-lumba untuk membuat teknologi yang baru. Sehubungan dengan itu, teknologi di dalam industri pembinaan juga semakin berkembang, penggunaan sistem pembinaan konvensional semakin berkurang. Selain itu, era ini penggunaan bahan binaan basah seperti konkrit juga makin dikurangkan, atas alasan mahu mengurangkan tenaga kerja dan juga tempoh pembinaan ditapak.



Rajah 9.0 Rajah Pengeluaran pembekal IBS di Malaysia
Sumber: CIDB (2018)

Rajah diatas menunjukkan penggunaan sistem IBS kerangka keluli semakin berkembang (CIDB,2018). Ini menunjukkan bahawa pembinaan kerangka keluli semakin diterima oleh industri pembinaan. Disebabkan ini kajian terhadap teknologi kerangka keluli dalam sistem IBS dilakukan bagi memastikan teknologi ini semakin diguna pakai dengan meluas dalam pembinaan rumah teres mahupun semua jenis pembinaan.

Rumah kediaman merupakan keperluan asas bagi semua manusia. Pelbagai jenis dan reka bentuk rumah telah dibuat seperti rumah teres dan pangsapuri. Walaupun, pembinaan pangsapuri semakin meningkat tetapi atas faktor budaya dan keselesaan, rakyat Malaysia masih lagi memilih rumah teres berbanding pangsapuri.



Rajah 4.2 Rajah pemilihan rumah di Malaysia
Sumber: iPropertyQ (2011)

Meskipun kemampuan daripada segi harga menjadi faktor utama yang dibimbangkan, rakyat Malaysia masih mencari kediaman rumah teres. Menurut kajian daripada iPropertyQ yang merupakan hasil dapatan dijalankan iProperty.com dan Brickz.my turut mendapati rakyat Malaysia lebih memilih rumah teres jenis 3 bilik atau lebih. Tambahan lagi, hasil dapatan daripada kajian iPropertyQ menunjukkan pemilihan rumah teres meningkat sebanyak 75% pada tahun 2011.

Berdasarkan kajian daripada iPropertyQ, rumah teres 2 tingkat mempunyai permintaan yang tinggi. Faktor ini kerana keselesaan rumah yang lebih luas menjadi salah satu kriteria rakyat Malaysia dalam pemilihan kediaman mereka. Tambahan lagi, pemilihan rumah teres jenis 2 tingkat dalam kajian kerana ingin mengkaji faktor kos dan juga tempoh pembinaan.

Rumusan dapat dibuat daripada justifikasi kajian adalah pemilihan rumah teres adalah tepat kerana permintaan rumah teres di Malaysia masih tinggi. Tetapi faktor harga menjadi punca untuk masa akan datang. Oleh itu, kajian terhadap sistem IBS kerangka keluli dalam pembinaan rumah teres dilakukan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi seperti kos dan tempoh pembinaan.

KERANGKA KELULI IBS

Penggunaan kerangka keluli semakin diguna pakai di dalam industri pembinaan di Dunia mahupun di Malaysia. Jenis kerangka besi mempunyai dua jenis iaitu besi gulung panas(hot roll steel) dan juga besi gulung sejuk(cold roll steel) (Nazrol,2019).

Kebiasaannya sistem kerangka keluli ini digunakan dalam pembinaan bangunan berskala besar seperti kilang, gudang dan juga galeri. Kini, daripada hasil kajian kes dan temu rumah, penggunaan sistem kerangka besi mampu membina rumah teres dengan menggunakan sistem kerangka besi ringan.

KAJIAN KES

Kajian kes yang pertama yang dipilih untuk kajian kerangka keluli yang dikilang oleh syarikat Ajiya Berhad yang terletak di Puchong, Selangor. Kilang juga mempunyai beberapa cawangan di serata Malaysia. Objektif syarikat ini adalah mengwujudkan pembinaan rumah yang berkualiti, murah dan juga mengurangkan tempoh pembinaan. Kilang ini juga merupakan pengeluar untuk kaca keselamatan dan juga bahan logam untuk industri pembinaan. Kini syarikat ini salah satu pengilang untuk IBS dan telah menghasilkan satu produk IBS iaitu Ajiya Green Integrated Building Solutions("AGIBS"). AGIBS adalah satu cara dalam pembinaan moden untuk meningkatkan produktiviti dan kualiti di tapak pembinaan, seiring dengan objektif CIDB (AGIBS 2016)



Rajah 11.0 Sistem Industri Hijau Ajiya(Ajiya Green Integrated Building System(AGIBS)

Sumber: AGIBS (2016)

Syarikat ini telah menghasilkan satu produk inovasi yang berasaskan kerangka keluli iaitu AGIBS. Objektif syarikat ini adalah mengwujudkan bangunan yang mampu milik dan juga nilai aspek kelestarian dan gabungan bersama sistem IBS kepada masyarakat. Teknologi ini mampu membina membina satu rumah teres. Teknologi ini menghasilkan dinding kerangka keluli ringan yang diperbuat dari kilang Ajiya di Sungai

Petani, Kedah. Dinding kerangka keluli ringan ini dihasilkan menguna perisian Enduro Cadd sebelum dimasukkan kedalam mesin yang terdapat dikilang. Terdapat 8 jenis komponen rumah di dalam teknologi (AGIBS) seperti:

- I. Ajiya dinding kerangka besi ringan
- II. Ajiya produk bumbung logam
- III. Arit sistem kerangka / komponen
- IV. AriteQ penahan cahaya
- V. AriteQ siling produk
- VI. Ajiya kaca keselamatan
- VII. Ajiya kerangka logam
- VIII. Ajiya lantai geledak komposit

Selain kajian kes, sesi temurah juga telah diadakan dengan seorang pakar kejuruteraan di UKM, DR. Sudharashan N. Raman yang bekerjaya sebagai jurutera awam dan juga pensyarah akademik di Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). Beliau menyempurnakan pengajian peringkat Doktor Falsafah di University of Melbourne. Diantara pencapaian beliau adalah Presiden. Institut Konkrit Amerika, Malaysia dan juga ahli majlis, Persatuan Konkrit Malaysia. Beliau juga pakar di dalam teknologi konkrit dan juga struktur. Antara soalan-soalan yang diajukan adalah merangkumi pandangan beliau dari aspek struktur didalam bidang jurutera terhadap teknologi ini untuk dilakukan dalam pembinaan di Malaysia. Objektif untuk mendapat pandangan dan pendapat daripada seorang jurutera adalah untuk memastikan keberkesanan sistem teknologi IBS kerangka keluli dalam pembinaan rumah teres dan persoalan tentang kebaikan serta kekurangan pembinaan rumah teres menggunakan kerangka keluli

Daripada hasil dapatan kajian kes diatas dan juga kaedah sesi temu ramah, didapati penggunaan kerangka keluli dalam pembinaan rumah teres sesuai digunakan. Tambahan lagi, penggunaan kerangka keluli ini dapat menyelesaikan masalah yang dihadapi didalam industri pembinaan rumah teres. Hasil kajian ini menyatakan tentang kebersanan penggunaan kerangka keluli IBS dalam pembinaan rumah teres berbanding sistem yang lain. Antara 3 aspek yang dikaji terhadap keberkesanan dalam penggunaan kerangka keluli adalah:

- I. Masa

Mengikut hasil data daripada kajian kes dan hasil temu ramah juga, sistem kerangka keluli ini dapat menjimatkan tempoh pembinaan rumah teres. Data dari pada syarikat Ajiya menunjukkan pembinaan satu rumah teres mampu megambil masa dalam 20 hari untuk dibandingkan dengan sistem pembinaan konvensional. Menurut Dr Sudharshan masa pembinaan dapat dikurangkan lagi dengan penggunaan kerangka keluli dalam pembinaan rumah teres kerana sistem kerangka ini boleh dibentuk dan ringan, hanya dibuat di kilang sebelum pembinaan dijalankan. Tambahan lagi, sistem kerangka keluli

ini mudah dipasang dengan cara kimpalan dan juga nat. Dengan itu, masa dapat dikurangkan dalam proses pengeringan ikatan batu bata.

II. Kos

Sistem kerangka keluli ini juga dapat mengurangkan kos pembinaan dari segi kos tenaga kerja dan juga kos mesin berat. Tambahan lagi, kos bahan binaan dapat dikurangkan seperti bahan acuan.(Nazrol, 2019). Selain itu, pendapat daripada Dr Sudharshan pula Kos kerangka keluli ini lebih tinggi berbanding sistem konvensional ataupun penggunaan konkrit. Tetapi kos ini dapat dikurangkan sekiranya permintaan daripada pihak industri lebih tinggi dan juga kepakaran kontraktor dalam bidang keluli lebih banyak.

III. Piawan Bomba

Menurut kajian kes daripada syarikat Ajiya Berhad teknologi sistem kerangka keluli dan lapisan konkrit telah mendapat kelulusan daripada pihak bomba. Ini kerana hasil lapisan konkrit dapat menambahkan saiz yang sesuai mengikut kehendak piawan bomba. Jelas sekali teknologi ini sesuai digunakan dalam pembinaan rumah teres.

iv. Meningkatkan Tahap Kebersihan dan Keselamatan Di Tapak Binaan

Antara kelebihan pelaksanaan projek menggunakan IBS tidak hanya tertumpu kepada aspek kewangan sahaja. Aspek kebersihan dan keselamatan juga memainkan peranan yang utama dalam mengklasifikasikan kejayaan sesebuah projek pembinaan. Berdasarkan Yee (2001), aktiviti di tapak bina yang dilaksanakan menggunakan kaedah konvensional menyebabkan susun atur yang tidak kemas, habuk, bunyi bising, pencemaran udara, kesesakan lalu lintas dan lain-lain menyebabkan suasana dan persekitaran yang tidak sihat, bukan sahaja kepada pekerja tetapi kesannya turut dirasai oleh masyarakat setempat. Sehubungan itu, komponen-komponen IBS yang diperbuat di kilang dapat meminimumkan situasi ini. Penggunaan formwork yang diperbuat daripada kayu juga merupakan salah satu punca situasi ini berlaku. Pembaziran terhadap material dan bahan binaan merupakan salah satu perkara yang perlu dielakkan dalam mana-mana projek pembangunan kerana ianya boleh menjadi punca kepada pencemaran alam sekitar yang lebih serius (Lachimpadi et al. 2012). Langkah-langkah pro aktif perlulah dilaksanakan agar lebih banyak komponen-komponen IBS boleh digunapakai semula agar pembaziran di tapak binaan dapat dikurangkan serta meningkatkan tahap kebersihan di tapak binaan (M.Kamar, & Abdul Hamid 2007).

Berdasarkan Mohd. Khairolden et al. (2009), aspek keselamatan pada fasa pra pembinaan, pembinaan dan pasca pembinaan dapat dipertingkatkan dengan penggunaan IBS. Ini adalah kerana kerja-kerja di tapak bina dapat dikurangkan dan secara tidak langsung mengurangkan bahaya di tapak bina (Alinaitwe, Mwakali & Hansson 2016). CIDB (2003) menyatakan bahawa komponen-komponen IBS yang diperbuat di kilang menawarkan pembaziran yang minima, kurang material ditempatkan atau diperbuat di tapak binaan, tapak bina yang bersih dan kemas, kualiti yang terjamin serta pengurangan kos keseluruhan projek.

v. Mengurangkan Kebergantungan Terhadap Pekerja Asing

Berdasarkan laporan yang dikeluarkan oleh EPU (2015), jumlah keseluruhan pekerja asing di Malaysia pada tahun 2000 adalah sebanyak 807,096 orang di mana 68,226 orang merupakan pekerja di sektor pembinaan. Walau bagaimanapun, jumlah ini telah meningkat kepada 2,135,035 orang pada tahun 2015 (peningkatan 164.53%) di mana 745,131 orang (peningkatan 992.15%) merupakan pekerja di sector pembinaan. Statistik ini menunjukkan kebergantungan yang sangat serius terhadap tenaga kerja asing di sektor pembinaan negara. Situasi ini akan memberikan impak yang negatif dari aspek ekonomi dan sosial kepada Negara sekiranya tidak diatasi segera.

Berdasarkan CIDB (2005), adalah diakui bahawa tenaga kerja asing telah membantu dalam pembangunan negara melalui industri pembinaan. Namun kebanyakan pekerja asing ini mendatangkan kesan negatif kepada Negara seperti pekerja berkualiti rendah, kelewatan, pembaziran, masalah sosial, penyakit dan lain-lain. (N. A. Haron, Abdul Rahman & Hanid & Mahanim 2009) menyatakan bahawa Kerajaan telah menyasarkan untuk mencapai 100% penggunaan IBS serta mengurangkan kebergantungan terhadap pekerja asing sehingga 15% dalam industri pembinaan menjelang 2010. Pernyataan ini disokong oleh Warszawski (1999) di mana penggunaan IBS dapat mengurangkan 40-50% tenaga kerja manual berbanding kaedah konvensional, terutamanya jika melibatkan kerja-kerja yang menggunakan mesin seperti pembuatan komponen-komponen IBS di kilang.

vi. Rekabentuk Yang Fleksibel

Binaan yang dihasilkan, tidak hanya dinilai berdasarkan kos, kualiti dan juga tempoh penyiapannya. Elemen yang turut dinilai oleh pengguna adalah sejauh mana persamaan atau perbezaan bangunan yang dibina berbanding bangunan-bangunan yang lain. IBS membolehkan kepelbagaian dari segi rekaan arkitektur. Ini secara tidak langsung memberikan imej dan facades tersendiri bagi bangunan-bangunan yang direka dan diperbuat daripada IBS (W.A.Thanoon et al. 2003; Warszawski 1999).

vii. Menggunakan Komponen Yang Berkualiti

Setiap proses di dalam pembinaan menggunakan IBS adalah bermula daripada proses pemilihan material bagi pembuatan komponen-komponen IBS sehingga proses pemasangan komponen IBS di tapak binaan. Setiap proses ini perlu mematuhi standard dan kualiti yang telah ditetapkan dan dipantau oleh pelbagai pihak (Thanoon et al. 2003a; Yahya et al. 2011). Ianya juga merupakan matlamat yang telah digariskan dalam Pelan Tindakan IBS 2003-2010 (CIDB 2003b) iaitu IBS akan menggunakan piawaian yang tinggi merangkumi keseluruhan industri bermula dari pengilang, installers, jurutera, perancang dan perekabentuk yang akan menghasilkan produk yang lebih baik kepada masyarakat.

Hasil kesimpulan yang boleh diambil atas kajian temu ramah daripada pakar dan juga kajian kes yang dilakukan berkenaan kajian tentang sistem IBS kerangka keluli dalam pembinaan rumah teres adalah kerjasama yang sepakat diantara kesemua pihak sama ada didalam industri dan juga penyelidik untuk memastikan teknologi ini semakin berkembang dan juga dapat dilaksanakan didalam industri pembinaan.

KESIMPULAN

Daripada hasil dapatan kajian yang telah dijalankan, dapat dirumuskan keberkesanan sistem IBS kerangka keluli dalam pembinaan rumah teres perlu diberi penekanan dan digunakan dengan lebih meluas dalam industri pembinaan rumah teres di Malaysia. Penggunaan teknologi kerangka keluli ini mampu memberi impak yang besar di dalam pembinaan rumah teres dari aspek alam sekitar. Hal ini disebabkan, penggunaan sistem kerangka keluli ini mampu mengurangkan penggunaan bahan binaan seperti kayu dan juga simen. Justeru itu, kawasan tapak binaan lebih selamat dan bersih. Seperti yang kita tahu, industri pembinaan merupakan tunjang sumber ekonomi negara, dengan penggunaan sistem ini dapat menjimatkan masa dan kos di dalam setiap pembinaan rumah teres. Hal ini disebabkan, penggunaan sistem kerangka keluli ini mampu mengurangkan keperluan binaan rasuk, tiang, acuan kayu. Cabaran dari sudut kesedaran daripada pihak industri juga perlu diatasi supaya industri pembinaan di negara kita dapat seiring dengan teknologi pembinaan di negara lain.

Objektf kajian untuk mengenal pasti kelebihan sistem IBS kerangka keluli dalam pembinaan rumah teres dicapai. Objektif ini dicapai melalui kaedah kajian kes di syarikat Ajiya Berhad . Objektif ini dapat dirumuskan bahawa sistem IBS kerangka keluli ini sesuai digunakan didalam pembinaan rumah teres. Ini kerana, kelebihan yang ada pada teknologi ini mampu meningkatkan lagi kemajuan di dalam industri pembinaan Malaysia. Isu terhadap permintaan rumah mampu milik dapat dikurangkan dengan menggunakan sistem ini. Pakar berpendapat teknologi ini dapat mengurangkan kos pembinaan dan juga tempoh pembinaan. Oleh itu masalah ini dapat diselesaikan jika teknologi ini dapat digunakan secara menyeluruh.

Secara keseluruhannya, tidak mustahil teknologi sistem kerangka ini dapat diguna lebih menyeluruh dalam pembinaan rumah teres. Dengan adanya pakar-pakar dan juga penyelidik untuk membuat kajian terhadap teknologi ini dengan lebih mendalam. Maka, teknologi kerangka keluli dapat ditambah baik, bukan sahaja pada pembinaan rumah teres tetapi boleh duguna pada pembinaan rumah pangsapuri.

RUJUKAN

- [1] Abdullah, M. & Egbu, C. 2010. Selection criteria framework for choosing industrialized building systems for housing projects. *26 Annual ARCOM Conference, Leeds, UK, Association of Reseachers in Construction Management*, (26 Annu. ARCOM Conf. Leeds, UK, Assoc. Reseachers Constr. Manag.), 1131–1139.
- [2] Abedi, M. & Fathi, M. S. 2011. Establishment and Development of IBS in Malaysia. *International Building and Infrastructure Technology Conference (BITECH 2011)*,
- [3] Affendi, M., Pozin, A., Nasrun, M. & Nawi, M. 2017. The Communication in Industrialised Building System (IBS) Construction Project : Virtual Environment 020025. doi:10.1063/1.5005358
- [4] AJIYA Green Integrated Building Soulitons (AGIBS) 2016, ASEAN iron & steel Forum 14-16 November 2016, Bangkok , Thailand
- [5] Construction Industry Development Board (CIDB) Malaysia (2003a) IBS Survey, Construction Industry Development Board Malaysia (CIDB), Kuala Lumpur.
- [6] Construction Industry Development Board (CIDB) Malaysia (2003b) IBS Roadmap 2003- 2010, Construction Industry Development Board Malaysia (CIDB), Kuala Lumpur.
- [7] *Construction Industry Development Board (CIDB) Malaysia (2007) IBS Survey, Construction Industry Development Board Malaysia (CIDB)*, Kuala Lumpur.
- [8] Construction Industry Development Board (CIDB) Malaysia (2016) IBS Survey, Construction Industry Development Board Malaysia (CIDB), Kuala Lumpur.
- [9] Construction Industry Development Board (CIDB) Malaysia (2018) IBS Survey, Construction Industry Development Board Malaysia (CIDB), Kuala Lumpur.
- [10] Chung, L. P. & Kadir, A. M. (2007) *Implementation Strategy for Industrialized Building System. Master thesis*, Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Johor Bahru
- [11] IDB (2000). *Malaysian Construction Industry Technology Foresight Report*. Malaysia: CIDB Malaysia.
- [12] Mohd Nasrun Mohd Nawi, Wan Nadzri Osman, Mohd Faizal Baharum dan Mohd Hanizun Hanafi (2012). Kajian Baseline Sistem Binaan Bangunan Berindustri (Ibs): Perspektif Pemaju Perumahan Negeri Kedah dan Perlis. *Journal of Technology and Operations Management*, 7(2), 70-80 (2012)
- [13] Fauzi, A. A - Z of IBS Implementation. *Malaysia IBS International Exhibition (MIIE 09) - International Seminar on IBS*. January 21-23, 2009. Kuala Lumpur, Construction Industry Development Board Malaysia (CIDB). 2009. 127 - 138.
- [14] <https://www.iproperty.com.my/news/ipropertyiq-analysis-growing-demand-for-larger-property-with-3-bedrooms-or-more> 2011
- [15] M.Kamar, K. A. & Abdul Hamid, Z. 2007. Utilisation of IBS Waste Material for the Production of Concrete Pedestrian Block (CPB). *Jurutera*, (May), 46–49. Retrieved from http://dspace.unimap.edu.my/dspace/bitstream/123456789/13794/1/046-049_IBS_waste.pdf
- [16] Mohamad Kamar, K. A. & Alshawi, H. Z. 2009. Barriers To Industrialized Building System (Ibs): the Case of Malaysia. *Built and Human Environment 9th International Postgraduate Research Confrence*, (2009), 1–16.
- [17] Mohd. Khairolden, Z., Zuhairi bin Abd. Hamid, Zain, M. Z. binti M., Rahim, A. H. bin A., Kamar, K. A. bin M. & Rahman, M. A. bin A. 2009. Safety in Malaysian Construction : The Challenges and Initiatives. *Safety in Construction*, 4(May), 12.

- [18] Haron, N. A., Abdul Rahman, H. & Hanid & Mahanim. 2009. A literature Review of the advantages and barriers to the implementation of Industrialised Building System (IBS) in Construction Industry. *Malaysian Construction Research Journal*, 4(1), 14–18. Retrieved from <http://www.bimcenter.com.my/images/biminmalaysia/mcrj/MCRJ.pdf>
- [19] Rahman, A. B. A., & Omar, W. (2006). Issues and challenges in the implementation of industrialised building systems in Malaysia. In *Proceedings of the 6th Asia-Pacific structural Engineering and Construction Conference (Apsec 2006)*, Kuala Lumpur, Malaysia (pp. 5 – 6).
- [20] Thanoon, W., Peng, L. W., Kadir, M. R. A., Jaafar, M. S. & Salit, M. S. 2003a. THE ESSENTIAL CHARACTERISTICS OF INDUSTRIALISED. *International Conference on Industrialised Building Systems, Kuala Lumpur, Malaysia, 10-11, (September)*.
- [21] Thanoon, W., Peng, L. W., Kadir, M. R. A., Jaafar, M. S. & Salit, M. S. 2003b. THE EXPERIENCES OF MALAYSIA AND OTHER COUNTRIES IN INDUSTRIALISED BUILDING SYSTEM. *International Conference on Industrialised Building Systems, Kuala Lumpur, Malaysia,.*
- [22] Warszawski, A. 1999. *Industrialized and Automated Building Systems: A Managerial Approach*. Technion-Israel Institute of Technology, hlm.Vol. 67. E&FN SPON, Routledge, London, UK.
- [23] Yahya, M. A., Sojipto, S. & Ismail, A. S. 2011. The needs of Industrialised Building System in Malaysia. *International Building & Infrastructure Technology Conference*, (June), 56–64.
- [24] Yee, A. A. 2001. Social and Environmental Benefits of Precast Concrete. *PCI Journal*, May-June 2, 14–19.